

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

**УТВЕРЖДАЮ**

Заведующий кафедрой  
Экологии и земельных ресурсов

 (Т.А. Девятова) 05.06.2024г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Б1.В.ДВ.02.02 Токсикология

- 1. Код и наименование направления подготовки/специальности:** 05.03.06. Экология и природопользование
- 2. Профиль подготовки/специализация:** охрана окружающей среды
- 3. Квалификация выпускника:** бакалавр
- 4. Форма обучения:** очная
- 5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины:** кафедра медицинской биохимии и микробиологии
- 6. Составители программы:** Сафонова О.А., к.б.н., доцент, Матасова Л.В., к.б.н., доцент
- 7. Рекомендована:** НМС медико-биологического факультета 22.04.24, протокол №3
- 8. Учебный год:** 2026/2027                      **Семестр(ы)** 6

## 9. Цели и задачи учебной дисциплины:

Цель учебной дисциплины - формирование у студентов представлений о накоплении, выведении и превращениях различных токсикантов в среде и в организме, о воздействии токсических веществ на организм, о биотрансформации экотоксикантов, о токсикологической экспертизе.

Задачи:

- 1) Освоение теоретических знаний в области молекулярной и экологической токсикологии, токсикокинетики, токсикодинамики и токсикометрии.
- 2) Ознакомление с поведением химических веществ в объектах окружающей среды, с влиянием на токсичность свойств организмов, с механизмами токсичности;
- 3) овладение умениями, позволяющими оценить токсическое поражение на уровне организмов, популяций и экосистем.

## 10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:

Учебная дисциплина «Токсикология» относится к дисциплинам по выбору части блока В1, формируемой участниками образовательных отношений (вариативной). Для освоения дисциплины обучающийся должен знать: важнейшие химические понятия и основные учения; основы общей экологии, основы биохимии и физиологии.

Знания, навыки и умения, полученные при освоении данной дисциплины, необходимы обучающемуся для осуществления экологического контроля, природоохранной и научно-исследовательской деятельности: мониторинга состояния окружающей среды с применением природоохранных биотехнологий, осуществления экологической оценки состояния поднадзорных территорий и возможности применения на них природоохранных биотехнологий.

## 11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями) и индикаторами их достижения:

| Код   | Название компетенции                                                                                                                                                                                                            | Код(ы)  | Индикатор(ы)                                                                                                                                              | Планируемые результаты обучения                                                                                                                                                                                       |
|-------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПК-1. | Способен организовывать и проводить мониторинг с применением природоохранных технологий, осуществлять отбор проб воды, почвы, воздуха и биологических объектов, проводить лабораторные исследования, замеры, анализы отобранных | ПК-1.1. | Использует знания в области экологии животных растений, микроорганизмов, токсикологии и эволюции экосистем для оценки экологического состояния территорий | Знать: особенности поведения химических веществ в объектах окружающей среды и в трофических цепях; пути и механизмы поступления, распределения, трансформации, выведения токсических веществ из организмов, механизмы |

|  |                                                                                                                                                                                                |  |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>природных образцов, а также использовать знания в области экологии животных растений, микроорганизмов, токсикологии и эволюции экосистем для оценки экологического состояния территорий</p> |  |  | <p>токсического действия основных загрязняющих веществ на различных уровнях – от клетки до биоценоза; принципы природоохранных биотехнологий.</p> <p>Уметь: оценивать и прогнозировать экологическую опасность химического вещества и совокупности веществ.</p> <p>Владеть: методами обработки, анализа и синтеза полевой, и лабораторной экологической информации для оценки токсичности веществ.</p> |
|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

**12. Объем дисциплины в зачетных единицах/часах в соответствии с учебным планом — 4/144.**

**Форма промежуточной аттестации - экзамен**

**13. Трудоемкость по видам учебной работы:**

| Вид учебной работы                       | Трудоемкость |              |            |     |
|------------------------------------------|--------------|--------------|------------|-----|
|                                          | Всего        | По семестрам |            |     |
|                                          |              | 6 семестр    | № семестра | ... |
| Аудиторные занятия                       | 46           | 46           |            |     |
| в том числе: лекции                      | 30           | 30           |            |     |
| практические                             | 30           | 30           |            |     |
| лабораторные                             |              |              |            |     |
| Самостоятельная работа                   | 48           | 48           |            |     |
| Форма промежуточной аттестации (экзамен) | 36           | 36           |            |     |
| Итого:                                   | 144          | 144          |            |     |

**13.1. Содержание дисциплины**

| п/п | Наименование раздела дисциплины | Содержание раздела дисциплины | Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК |
|-----|---------------------------------|-------------------------------|------------------------------------------------------------|
|-----|---------------------------------|-------------------------------|------------------------------------------------------------|

| 1. Лекции |                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                        |
|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.1       | Токсикология: предмет, задачи, методы, основные понятия.                                                                         | Токсикология. Предмет, объекты и методы. Экоотоксикология как раздел токсикологии. Связь токсикологии с другими науками: медициной, популяционной экологией, экологической химией, мониторингом окружающей среды, экологической экспертизой, охраной окружающей среды. Основные понятия экологической токсикологии: загрязнение окружающей среды, поллютант, ксенобиотик. Классификация токсических факторов. Свойства токсиканта, определяющие его токсичность.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | ЭУМК «Токсикология для экологов» <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=13754">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=13754</a> |
| 1.2       | Токсикометрия.                                                                                                                   | Токсикометрия. Способы оценки токсичности. Зависимость «доза - эффект». Расчет предельных нагрузок. Моделирование токсического эффекта воздействия на популяцию и сообщество.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | ЭУМК «Токсикология для экологов» <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=13754">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=13754</a> |
| 1.3       | Токсикокинетика. Поступление токсикантов в среду и в организм. Трансформация биотическая и абиотическая, элиминация токсикантов. | Формирование ксенобиотического профиля. Источники поступления поллютантов в среду. Пути миграции загрязнителей. Биоконцентрирование, биоаккумуляция. Персистирование. Влияние строения и физико-химических свойств вещества на устойчивость в среде. Процессы элиминации, не связанные с разрушением. Абиотическая трансформация ксенобиотиков (автоокисление; цепные реакции под влиянием активных радикалов; значение синглетного кислорода и озона; реакции озонолиза; восстановительные и фотохимические процессы). Пути поступления токсикантов в организм. Виды трансмембранного транспорта. Распределение, превращение и выделение токсикантов из организма. Фазы и реакции биотрансформации ксенобиотиков в живых организмах. Системы детоксикации чужеродных соединений в организме человека. Множественные формы цитохрома P <sub>450</sub> . Индукция и ингибирование систем обезвреживания ксенобиотиков. Результаты биотрансформации ксенобиотиков. Микробные сообщества, осуществляющие биотрансформацию ксенобиотиков. | ЭУМК «Токсикология для экологов» <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=13754">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=13754</a> |
| 1.4       | Токсикодинамика. Токсическое действие загрязняющих веществ на организм.                                                          | Токсикодинамика. Общие понятия. Первичный и вторичный токсические эффекты. Токсическое действие на уровне клетки. Свойства молекул токсиканта, определяющие степень токсичности вещества: размеры и геометрия молекул. Влияние физико-химические свойства вещества на степень его токсичности. Возможные механизмы взаимодействия токсикантов с рецепторами на клеточном уровне: действие на элементы межклеточного пространства. Взаимодействие токсикантов с белками, ферментами. Взаимодействие токсикантов с нуклеиновыми кислотами. Взаимодействие токсикантов с липидами. Типы токсического воздействия загрязняющих веществ на живой организм. Специальные виды токсического действия – иммуносупрессия, мутагенез, канцерогенез, тератотоксичность. Избирательная токсичность: раздражающее действие, дерматотоксичность. Пульмонотоксичность. Гемотоксичность. Нейротоксичность. Гепатотоксичность. Нефротоксичность. Острая и хроническая экотоксичность.                                                                   | ЭУМК «Токсикология для экологов» <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=13754">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=13754</a> |
| 1.5       | Характеристика основных токсикантов.                                                                                             | Свойства, характеристики, особенности воздействия на живые организмы стойких органических соединений. Пестициды. Классификация, применение, типы токсического действия. Диоксины. Основные понятия и проблемы, связанные с их действием. Полициклические ароматические углеводороды, характеристика и токсические свойства. Полихлорбифенилы. – источники, механизм токсического действия. Токсичные металлы. Характеристика токсичных металлов (свинец, ртуть, кадмий, никель, хром, медь, сурьма, мышьяк, цинк).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | ЭУМК «Токсикология для экологов» <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=13754">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=13754</a> |
| 1.6       | Токсикология                                                                                                                     | Воздействие токсикантов на популяционную структуру и динамику популяций растений и животных. Показатели оценки популяционного стресса: морфологическая                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | ЭУМК «Токсикология для экологов»                                                                                                       |

|                                |                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                           |
|--------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                | сообществ                                                                                                                                                                               | внутрипопуляционная изменчивость, цитогенетические изменения, физиологические и биологические маркеры, темпы роста, частота аномалий развития и поведения. Возможности адаптации популяций к техногенному загрязнению.                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=13754">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=13754</a>                                     |
| 1.7                            | Токсикологическое нормирование.                                                                                                                                                         | Нормирование в токсикологии. Основные понятия, определения и структура системы нормирования. Нормирование качества воздуха, воды, почв. Предельно допустимые концентрации вредных веществ в продуктах питания. Нормирование источников воздействия. Нормирование в области радиационной безопасности. Токсические вещества и международное законодательство. Основные конвенции, связанные с токсичными веществами. Задачи экотоксикологического мониторинга. Санитарно-токсикологический, экологический и биосферный мониторинг. | ЭУМК «Токсикология для экологов»<br><a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=13754">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=13754</a> |
| <b>2. Практические занятия</b> |                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                           |
| 2.1                            | Токсикология: предмет, задачи, методы, основные понятия. Токсикокинетика: поступление поллютантов в среду, трансформация биотическая и абиотическая, элиминация загрязнителей из среды. | Решение расчетных задач по теме: «Поступление поллютантов в среду. Расчет степени загрязнения окружающей среды».                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | ЭУМК «Токсикология для экологов»<br><a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=13754">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=13754</a> |
| 2.2                            | Токсикокинетика                                                                                                                                                                         | Защита рефератов на тему «Источники токсикантов                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | ЭУМК «Токсикология для экологов»<br><a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=13754">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=13754</a> |
| 2.3                            | Токсикокинетика                                                                                                                                                                         | Семинар на тему: «Абиотическая и биотическая трансформация загрязнителей»                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | ЭУМК «Токсикология для экологов»<br><a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=13754">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=13754</a> |
| 2.4                            | Токсикометрия.                                                                                                                                                                          | Построение зависимости «Доза-эффект». Расчет среднелетальной концентрации графическим методом.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | ЭУМК «Токсикология для экологов»<br><a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=13754">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=13754</a> |
| 2.5                            | Токсикометрия.                                                                                                                                                                          | Оценка токсичности вещества по Спирмену-Креберу.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | ЭУМК «Токсикология для экологов»<br><a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=13754">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=13754</a> |
| 2.6                            | Токсикометрия.                                                                                                                                                                          | Пробит-анализ. Оценка средней летальной концентрации методом В.Б.Прозоровского                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | ЭУМК «Токсикология для экологов»<br><a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=13754">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=13754</a> |
| 2.7                            | Токсикометрия.                                                                                                                                                                          | Изучение комбинированного действия ядов. Полный факторный эксперимент.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | ЭУМК «Токсикология для экологов»<br><a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=13754">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=13754</a> |
| 2.8.                           | Токсикодинамика. Токсическое действие                                                                                                                                                   | Коллоквиум-1 по темам: «Токсикокинетика. Токсикодинамика»                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | ЭУМК «Токсикология для экологов»                                                                                                          |

|      |                                      |                                                                                              |                                                                                                                                           |
|------|--------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|      | загрязняющих веществ.                |                                                                                              | <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=13754">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=13754</a>                                     |
| 2.9  | Характеристика основных токсикантов. | Защита рефератов на тему «Характеристика основных токсикантов»                               | ЭУМК «Токсикология для экологов»<br><a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=13754">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=13754</a> |
| 2.10 | Токсикология сообществ               | Семинар по теме «Токсикология сообществ»                                                     | ЭУМК «Токсикология для экологов»<br><a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=13754">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=13754</a> |
| 2.11 | Нормирование в токсикологии          | Семинар по теме «Нормирование в токсикологии»                                                | ЭУМК «Токсикология для экологов»<br><a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=13754">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=13754</a> |
| 2.12 | Нормирование в токсикологии          | Коллоквиум-2 по темам «Токсикодинамика. Токсикология сообществ. Нормирование в токсикологии» | ЭУМК «Токсикология для экологов»<br><a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=13754">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=13754</a> |

### 13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

| № п/п | Наименование темы (раздела) дисциплины                                                                                         | Виды занятий (часов) |              |              |                        |       |
|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|--------------|--------------|------------------------|-------|
|       |                                                                                                                                | Лекции               | Практические | Лабораторные | Самостоятельная работа | Всего |
| 01    | Токсикология: предмет, задачи, методы, основные понятия.                                                                       | 1                    | 1            |              | 2                      | 4     |
| 02    | Токсикометрия.                                                                                                                 | 1                    | 8            |              | 8                      | 17    |
| 03    | Токсикокинетика: поступление поллютантов в среду, трансформация биотическая и абиотическая, элиминация загрязнителей из среды. | 10                   | 7            |              | 8                      | 25    |
| 04    | Токсикодинамика. Токсическое действие загрязняющих веществ на организм.                                                        | 8                    | 2            |              | 8                      | 18    |
| 05    | Характеристика основных токсикантов.                                                                                           | 8                    | 4            |              | 8                      | 20    |
| 06    | Токсикология сообществ.                                                                                                        | 1                    | 3            |              | 6                      | 10    |
| 07    | Нормирование в токсикологии                                                                                                    | 1                    | 5            |              | 8                      | 14    |
|       | Итого                                                                                                                          | 30                   | 30           |              | 48                     | 108   |

### 14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

В соответствии с требованиями ФГОС ВО реализация компетентного подхода предусматривает широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся. Каждый обучающийся обеспечен доступом к библиотечным фондам Университета и кафедры. Освоение дисциплины проводится с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий. Для этого создана и функционирует электронная информационно-

образовательная среда (ЭИОС), включающая в себя электронные информационные ресурсы, электронные образовательные ресурсы. ЭИОС обеспечивает освоение обучающимися образовательных программ в полном объеме независимо от места нахождения обучающихся.

Обучающиеся при изучении учебной дисциплины используют образовательный контент, а также методические указания по проведению определенных видов занятий, рекомендации и пособия по данной дисциплине, разработанные профессорско-преподавательским составом кафедры.

При освоении дисциплины предусмотрена работа в группе. Текущий контроль усвоения определяется устным опросом в ходе занятий. Помимо индивидуальных оценок, используется оппонирование студентами рефератов друг друга и рецензирование устных ответов.

Успешное усвоение учебной дисциплины предполагает активное, творческое участие обучающегося на всех этапах ее освоения путем планомерной работы. При проработке лекционного материала обучающиеся должны иметь в виду, что в лекциях раскрываются наиболее значимые вопросы учебного материала. Остальные осваиваются обучающимися в ходе других видов занятий и самостоятельной работы над учебным материалом. Обучающийся должен участвовать в выполнении видов практических работ, определенных для данной дисциплины. Практические занятия дают возможность непосредственно понять алгоритм применения теоретических знаний, излагаемых на лекциях и в учебниках.

Текущий контроль усвоения определяется устным опросом в ходе занятий. Помимо индивидуальных оценок, должны использоваться оппонирование студентами рефератов друг друга и рецензирование ответов на коллоквиуме. Студенты знакомятся с теоретическим материалом в процессе лекционного курса, самостоятельно прорабатывают и усваивают теоретические знания с использованием рекомендуемой учебной литературы, учебно-методических пособий, электронных ресурсов, согласно указанному списку. Выполнение самостоятельной работы предполагает: качественную подготовку ко всем видам учебных занятий; реферирование и аннотирование указанных преподавателем источников литературы; систематический просмотр периодических изданий с целью выявления публикаций в области изучаемой проблематики; изучение учебной литературы; использование интернет-ресурсов; подготовку докладов-презентаций по отдельным темам дисциплины. В процессе самостоятельной подготовки при освоении дисциплины необходимо изучить основную литературу, затем – дополнительную. Именно знакомство с дополнительной литературой, значительная часть которой существует как в печатном, так и электронном виде, способствует более глубокому освоению изученного материала. Выступления на практических занятиях могут быть представлены в виде реферата, доклада или сообщения. Любое из них должно содержать план или постановку задачи, изложение материала и выводы. В каждом выступлении необходимо выделять главную мысль («стержневой вопрос»). Выступления должны носить научный, логичный, аргументированный, конкретный и профессиональный характер, быть убедительными.

На семинарских занятиях проводится опрос по теоретическим вопросам изучаемых тем, разбираются проблемные ситуации. В случаях пропуска занятия по каким-либо причинам студент обязан его самостоятельно выполнить под контролем преподавателя во время индивидуальных консультаций.

Текущая аттестация обеспечивает проверку освоения учебного материала, приобретения знаний, умений и навыков в процессе аудиторной и самостоятельной работы студентов, формирования компетенций. Текущая аттестация по дисциплине проводится один раз в семестр. При подготовке к текущей аттестации студенты изучают и конспектируют рекомендуемую преподавателем учебную литературу по темам лекционных и лабораторных занятий, самостоятельно осваивают понятийный аппарат, закрепляют теоретические знания. Планирование и организация текущей аттестации знаний и умений осуществляется в соответствии с содержанием рабочей программы и календарно-тематическим планом с применением фонда оценочных средств.

Текущая аттестация обязательна, ее результаты оцениваются в балльной системе и учитываются при промежуточной аттестации, которая проходит в форме экзамена.

Обучение лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется с учетом их индивидуальных психофизических особенностей и в соответствии с индивидуальной программой реабилитации. Для лиц с нарушением слуха при необходимости допускается присутствие на лекциях и практических занятиях ассистента, а также сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков. Промежуточная аттестация для лиц с нарушениями слуха проводится в письменной форме, при этом используются общие критерии оценивания. При необходимости время подготовки на экзамене может быть увеличено.

Для лиц с нарушением зрения допускается аудиальное предоставление информации (например, с использованием программ-синтезаторов речи), а также использование на лекциях звукозаписывающих устройств (диктофонов и т.д.). На лекциях и практических занятиях при необходимости допускается присутствие ассистента. При проведении промежуточной аттестации для лиц с нарушением зрения тестирование может быть заменено на устное собеседование по вопросам. При необходимости время подготовки на экзамене может быть увеличено.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата при необходимости допускается присутствие ассистента на лекциях и практических занятиях. Промежуточная аттестация для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата проводится на общих основаниях, при необходимости процедура экзамена может быть реализована дистанционно.

## 15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины

а) основная литература:

| № п/п | Источник                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.    | Реховская Е. О. Экологическая токсикология [Электронный ресурс] : Учебное пособие / Е. О. Реховская .— Омск : Омский государственный технический университет, 2017 .— 117 с. — <URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=493432">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=493432</a> > |
| 2.    | Батын А.Н. Основы общей и экологической токсикологии [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.Н. Батын, Г.Т. Фрумин, В.Н. Базылев. —СПб. : СпецЛит, 2009. — 352 с. — <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=104896">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=104896</a>                 |

б) дополнительная литература:

| № п/п | Источник                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 3.    | Догадина М.А. Экологическая токсикология = Ecological Toxicology [Электронный ресурс] : учеб. пособие для студентов вузов / М.В. Ларионов, М.А. Догадина .— 2-е изд., перераб. и доп. — Орёл : Изд-во ФГБОУ ВО Орловский ГАУ, 2019 .— 272 с.— <a href="https://lib.rucont.ru/efd/684024">https://lib.rucont.ru/efd/684024</a>                                                                                                                                                                                |
| 4.    | Марченко, Б.И. Экологическая токсикология / Б.И. Марченко ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Южный федеральный университет», Инженерно-технологическая академия. – Ростов-на-Дону ; Таганрог : Издательство Южного федерального университета, 2017. – 104 с. – URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=499758">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=499758</a> |
| 5.    | Практикум по экологической токсикологии [Электронный ресурс] / Е.Ю. Иванова .— Воронеж : Издательский дом ВГУ, 2016 .— 27 с. — <a href="https://lib.rucont.ru/efd/643217">https://lib.rucont.ru/efd/643217</a>                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 6.    | Экологическая токсикология: Методические указания [Электронный ресурс] : Методические указания / Сост. Е.В. Рябухина .— Ярославль : ЯрГУ, 2004 .— 49 с. — <a href="https://lib.rucont.ru/efd/206543">https://lib.rucont.ru/efd/206543</a>                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 7.    | Каштанова, Е. В. Основы общей и экологической токсикологии [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Е. В. Каштанова .— Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2014 .— 52 с. — <a href="https://lib.rucont.ru/efd/246658">https://lib.rucont.ru/efd/246658</a>                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 8.    | Токсикология : учебное пособие. [Электронный ресурс] / Молянова Г.В. — Самара : РИЦ СГСХА, 2017 .— 145 с. — <a href="https://lib.rucont.ru/efd/573274">https://lib.rucont.ru/efd/573274</a>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 9.    | Нестерова Е. Н. Токсикология с основами экотоксикологии [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Брянск. гос. инженерно-технол. акад., Е. Н. Нестерова .— Брянск : БГИТА, 2010 .— 104 с. — <a href="https://lib.rucont.ru/efd/225874">https://lib.rucont.ru/efd/225874</a>                                                                                                                                                                                                                                     |
| 10.   | Водная токсикология [Электронный ресурс] : метод. указания / Е. В. Рябухина, Е. М. Фомичева, Яросл. гос. ун-т им. П. Г. Демидова .— Ярославль : ЯрГУ, 2013 .— 48 с. — <a href="https://lib.rucont.ru/efd/272160">https://lib.rucont.ru/efd/272160</a>                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 11.   | Экологическая биохимия : Учебное пособие / [сост.: К.К. Шульгин, Л.В. Матасова, Т.И. Рахманова, О.А. Сафонова, Т.Н. Попова]. — Воронеж : Издательский дом ВГУ, 2016 .— 64 с. <URL: <a href="http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/m16-172.pdf">http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/m16-172.pdf</a> >                                                                                                                                                                                           |

|     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|-----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 12. | Биологический контроль окружающей среды: Биоиндикация и биотестирование. Учебное пособие / Под ред. О.П. Мелеховой, Е.И. Егоровой. - М.: Academia, 2007. – 288 с.                                                                                                                                               |
| 13. | Иваненко Н.В. Экологическая токсикология: Учебное пособие / Н.В. Иваненко – Владивосток: Изд-во ВГУЭС, 2006. – 108 с. - <a href="https://abc.vvsu.ru/books/ecolog_tocsicolog/page0001.asp">https://abc.vvsu.ru/books/ecolog_tocsicolog/page0001.asp</a>                                                         |
| 14. | Кукин П.П. Основы токсикологии. Учебное пособие / П.П. Кукин, Н.Л. Пономарев, К.Р. Таранцева. - М.: Высшая школа, 2008 – 279 с.                                                                                                                                                                                 |
| 15. | Майстренко Н.А. Эколого-аналитический мониторинг стойких органических загрязнителей / Н.А. Майстренко, Н. А. Ключев. – М.: БИНОМ, 2004. – 323 с.                                                                                                                                                                |
| 16. | Поспелов Н. В. Основы общей токсикологии: учебное пособие [Электронный ресурс] / М.: Альтаир/МГАВТ, 2012. - 88с. - <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=430046">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=430046</a> ,                                                                |
| 17. | Стожаров А. Н. Медицинская экология: учебное пособие [Электронный ресурс] / А. Н. Стожаров/ - Вышэйшайшая школа, 2007. – 368 с. - <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=143230">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=143230</a>                                                   |
| 18. | Токсикологическая химия. Аналитическая токсикология [Электронный ресурс] : учебник / С.А. Еремин [ и др.] Под ред. Р.У. Хабриева, Н.И. Калетиной - М. : ГЭОТАР-Медиа, 2010. - <a href="https://studmedlib.lib.vsu.ru/book/ISBN9785970415375.html">https://studmedlib.lib.vsu.ru/book/ISBN9785970415375.html</a> |
| 19. | Токсикология : учебное пособие для вузов : Ч. 2 / Воронеж. гос. ун-т ; [сост.: М.И. Рецкий и др.] .— Воронеж : ИПЦ ВГУ, 2008 .— 54 с. - <a href="http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/m08-260.pdf">http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/m08-260.pdf</a> .                                         |
| 20. | Иванова Е.Ю. Практикум по экологической токсикологии : учебное пособие / Е.Ю. Иванова .— Воронеж : Издательский дом ВГУ, 2016 .— 26 с. — Тираж 50                                                                                                                                                               |
| 21. | Экологическая токсикология : монография / О.П. Негроров [и др.] .— Воронеж : ВАИУ, 2011 .— 175 с.                                                                                                                                                                                                               |

в) информационные электронно-образовательные ресурсы (официальные ресурсы интернет):

| № п/п | Источник                                                                                                                                              |
|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 22.   | <a href="http://www.lib.vsu.ru">www.lib.vsu.ru</a> - ЗНБ ВГУ                                                                                          |
| 23.   | <a href="https://biblioclub.ru/">https://biblioclub.ru/</a> - «Университетская библиотека online»                                                     |
| 24.   | <a href="https://rucont.ru/">https://rucont.ru/</a> - ЭБС «Руконт»                                                                                    |
| 25.   | <a href="http://www.studmedlib.ru/">http://www.studmedlib.ru/</a> - Консультант студента. ЭБС «Медицина. Здравоохранение (ВПО)»                       |
| 26.   | <a href="http://lib.mylibrary.com/">http://lib.mylibrary.com/</a> - ЭБ «Mylibrary»                                                                    |
| 27.   | <a href="http://www.molbiol.ru/">www.molbiol.ru</a> – Классическая и молекулярная биология.                                                           |
| 28.   | <a href="http://www.pubmed.com">www.pubmed.com</a> - National Center for Biotechnology Information /US National Library of Medicine.                  |
| 29.   | Электронно-библиотечная система. Издательство «Консультант студента»:– URL: <a href="https://www.studentlibrary.ru">https://www.studentlibrary.ru</a> |
| 30.   | ЭУМК «Токсикология для экологов» <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=13754">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=13754</a>                |

**16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы (учебно-методические рекомендации, пособия, задачки, методические указания по выполнению практических (контрольных) работ и др.)**

| № п/п | Источник                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|-------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1     | Оценка воздействия на окружающую среду [Электронный ресурс] : практикум / С.А. Траутвайн .— Ставрополь : изд-во СКФУ, 2018 .— 158 с. — Режим доступа: <a href="https://lib.rucont.ru/efd/705260">https://lib.rucont.ru/efd/705260</a>                                                        |
| 2     | Водная токсикология [Электронный ресурс] : метод. указания / Е. В. Рябухина, Е. М. Фомичева, Яросл. гос. ун-т им. П. Г. Демидова .— Ярославль : ЯрГУ, 2013 .— 48 с. — <a href="https://lib.rucont.ru/efd/272160">https://lib.rucont.ru/efd/272160</a>                                        |
| 3     | Баширов, В. Д. Практикум по промышленной токсикологии [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В. В. Быстрых, Оренбургский гос. ун- т, В. Д. Баширов .— Оренбург : ОГУ, 2013 .— 106 с. — Режим доступа: <a href="https://lib.rucont.ru/efd/245196">https://lib.rucont.ru/efd/245196</a>        |
| 4     | Практикум по экологической токсикологии [Электронный ресурс] / Е.Ю. Иванова .— Воронеж : Издательский дом ВГУ, 2016 .— 27 с. — <a href="https://lib.rucont.ru/efd/643217">https://lib.rucont.ru/efd/643217</a>                                                                               |
| 5     | Колесникова, И.А. Оценка воздействия на окружающую среду [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / И.А. Колесникова .— Оренбург : Издательский центр ВНИИМС, 2017 .— 99 с. : ил. — Режим доступа: <a href="https://lib.rucont.ru/efd/583590">https://lib.rucont.ru/efd/583590</a> |

**17. Образовательные технологии, используемые при реализации учебной дисциплины, включая дистанционные образовательные технологии (ДОТ, электронное обучение (ЭО), смешанное обучение):**

В соответствии с требованиями ФГОС ВО реализация компетентностного подхода предусматривает широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся. Каждый обучающийся обеспечен доступом к библиотечным фондам Университета и кафедры. Освоение дисциплины проводится с применением элементов электронного обучения и дистанционных

образовательных технологий. Для этого создана и функционирует электронная информационно-образовательная среда (ЭИОС), включающая в себя электронные информационные ресурсы, электронные образовательные ресурсы. ЭИОС обеспечивает освоение обучающимися образовательных программ в полном объеме независимо от места нахождения обучающихся.

Обучающиеся при изучении учебной дисциплины используют образовательный контент, а также методические указания по проведению определенных видов занятий, рекомендации и пособия по данной дисциплине, разработанные профессорско-преподавательским составом кафедры.

При освоении дисциплины предусмотрена работа в группе. Текущий контроль усвоения определяется устным опросом в ходе занятий. Помимо индивидуальных оценок, используется оппонирование студентами рефератов друг друга и рецензирование устных ответов.

| Вид самостоятельной работы                                                                                 | Контроль выполнения работы        |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|
| Подготовка к аудиторным занятиям (проработка учебного материала по конспектам лекций и учебной литературе) | Собеседование                     |
| Работа с учебной и научной литературой                                                                     | Собеседование                     |
| Ознакомление с видеоматериалами электронных ресурсов                                                       | Собеседование                     |
| Самостоятельная проработка отдельных тем учебной дисциплины в соответствии с учебным планом                | Собеседование                     |
| Выполнение индивидуальных домашних заданий (решение ситуационных задач, реферирование текстов)             | Собеседование<br>Проверка заданий |
| Работа с вопросами для самопроверки                                                                        | Собеседование                     |
| Подготовка ко всем видам контрольных испытаний                                                             | Собеседование                     |

## 18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Кафедра медицинской биохимии и микробиологии, обеспечивающая реализацию образовательной программы, располагает материально-технической базой и аудиторным фондом, обеспечивающим проведение лекций, семинаров и иных видов учебной работы студентов, предусмотренных учебным планом и соответствующих действующим санитарно-техническим нормам:

|                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                   |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|
| Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа                                                                                                                                                                                                             | <i>(г.Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом.1, ауд. 190)</i> |
| Специализированная мебель, Проектор Epson EMP-X52, ноутбук Samsung NP-RV410 S01R с возможностью подключения к сети «Интернет»<br>Win Pro 10 32-bit/64-bit All Lng PK Lic Online DwnLd NR, Office Standard 2019 Single OLV NL Each Academic Edition Additional Product |                                                                   |
| Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа (практических                                                                                                                                                                                              | <i>(г.Воронеж, Университетская пл., д.1, пом.1, ауд. 195)</i>     |

|                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| занятий, текущего контроля и промежуточной аттестации)<br><br>Проектор Epson EMP-X52, ноутбук Samsung NP-RV410 S01R Win Pro 10 32-bit/64-bit All Lng PK Lic Online DwnLd NR, Office Standard 2019 Single OLV NL Each AcademicEdition Additional Product |                                                     |
| Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования<br><br>Проектор Epson EMP-X52, ноутбук Samsung NP-RV410 S01R                                                                                                              | (г.Воронеж, площадь Университетская, д.1, ауд. 198) |

### 19. Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестаций:

Порядок оценки освоения обучающимися учебного материала определяется содержанием следующих разделов дисциплины:

| № п/п                              | Наименование раздела дисциплины                                                                                                | Компетенция                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Индикатор достижения компетенции                                                                                                                          | Оценочные средства                 |
|------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|
| 1                                  | Токсикология: предмет, задачи, методы, основные понятия.                                                                       | Способен организовывать и проводить мониторинг с применением природоохранных технологий, осуществлять отбор проб воды, почвы, воздуха и биологических объектов, проводить лабораторные исследования, замеры, анализы отобранных природных образцов, а также использовать знания в области экологии животных растений, микробиологии и эволюции экосистем для оценки экологического состояния территорий | Использует знания в области экологии животных растений, микроорганизмов, токсикологии и эволюции экосистем для оценки экологического состояния территорий | Перечень вопросов                  |
| 2                                  | Токсикометрия.                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                           | Перечень вопросов, задачи          |
| 3                                  | Токсикокинетика: поступление поллютантов в среду, трансформация биотическая и абиотическая, элиминация загрязнителей из среды. |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                           | Перечень вопросов, задачи, реферат |
| 4                                  | Токсикодинамика. Токсическое действие загрязняющих веществ.                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                           | Перечень вопросов                  |
| 5                                  | Характеристика основных токсикантов.                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                           | Перечень вопросов, реферат         |
| 6                                  | Токсикология сообществ                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                           | Перечень вопросов, реферат         |
| 7                                  | Нормирование в токсикологии.                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                           | Перечень вопросов                  |
| Промежуточная аттестация - экзамен |                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                           | КИМ – два вопроса и задача         |

### 20.1. Текущий контроль успеваемости

Текущая аттестация проводится в соответствии с Положением о текущей аттестации обучающихся по программам высшего образования Воронежского государственного университета. Текущая аттестация проводится в формах устного опроса, теста, защиты рефератов на семинарах. Студенты знакомятся с теоретическим материалом в процессе лекционного курса, самостоятельно прорабатывают и усваивают теоретические знания с использованием рекомендуемой учебной литературы, учебно-методических пособий.

Текущий контроль успеваемости по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

#### Примерный список вопросов для устного опроса

1. Токсикология как наука: возникновение, предмет, объект, методы основные понятия и задачи.
2. Актуальные направления современной токсикологии.
3. Классификация токсических факторов.
4. Концепция безопасного уровня и основание предельно допустимых концентраций.
5. Токсикометрия. Принципы и способы оценки токсичности вещества.
6. Зависимость доза-эффект. Эффективные дозы и эффективные концентрации.
7. Особенности повторного воздействия вредных веществ. Кумуляция, адаптация, сенсбилизация.
8. Комбинированное, комплексное и сочетанное действие вредных веществ.
9. Моделирование токсического эффекта воздействия на популяцию и сообщество.
10. Расчет предельных нагрузок.
11. Основные источники загрязнения и их связь с различными видами антропогенной деятельности.
12. Формирование ксенобиотического профиля.
13. Пути миграции загрязнителей.
14. Абиотическая трансформация ксенобиотиков (автоокисление; цепные реакции под влиянием активных радикалов; значение синглетного кислорода и озона; реакции озонолиза; восстановительные и фотохимические процессы).
15. Влияние строения и физико-химических свойств вещества на устойчивость в среде.
16. Персистирование.
17. Процессы элиминации, не связанные с разрушением.
18. Биоконцентрирование и биоаккумуляция.
19. Пути поступления токсикантов в организм.
20. Способы проникновения веществ через биологические мембраны
21. Распределение и депонирование (накопление) токсикантов в организме
22. Выделение токсикантов из организма.
23. Фазы биотрансформации ксенобиотиков в живых организмах.
24. 1-я фаза биотрансформация ксенобиотиков: несинтетические реакции
25. 2-я фаза биотрансформация ксенобиотиков: синтетические реакции
26. Системы детоксикации чужеродных соединений в организме человека.
27. Множественные формы цитохрома P450.
28. Влияние различных факторов на биотрансформацию. Индукция систем обезвреживания ксенобиотиков.
29. Ингибирование систем обезвреживания ксенобиотиков.
30. Результаты биотрансформации ксенобиотиков.
31. Микробные сообщества, осуществляющие биотрансформацию ксенобиотиков
32. Токсикодинамика. Общие понятия. Первичный и вторичный токсические эффекты.
33. Основные закономерности воздействия токсикантов на живые системы на клеточном и организменном уровнях.
34. Свойства молекул токсиканта, определяющие степень токсичности вещества: размеры и геометрия молекул
35. Влияние физико-химические свойства вещества на степень его токсичности.

36. Возможные механизмы взаимодействия токсикантов с рецепторами на клеточном уровне: действие на элементы межклеточного пространства.
37. Взаимодействие токсикантов с белками, ферментами.
38. Взаимодействие токсикантов с нуклеиновыми кислотами.
39. Взаимодействие токсикантов с липидами.
40. Специальные виды токсического действия – иммуносупрессия, мутагенез, канцерогенез, тератотоксичность.
41. Избирательная токсичность: раздражающее действие, дерматотоксичность.
42. Пульмонотоксичность.
43. Гемотоксичность.
44. Нейротоксичность.
45. Гепатотоксичность.
46. Нефротоксичность.
47. Острая и хроническая токсичность и экотоксичность.
48. Воздействие токсикантов на популяционную структуру и динамику популяций растений и животных.
49. Показатели оценки популяционного стресса. Возможности адаптации популяций к техногенному загрязнению.
50. Механизмы экотоксичности: примеры экотоксикологических катастроф.
51. Понятие о стойких органических загрязнителях.
52. Пестициды. Классификация, применение, типы токсического действия.
53. Диоксины и диоксиноподобные соединения как глобальные суперэкоксиканты
54. Полициклические ароматические углеводороды, характеристика и токсические свойства.
55. Полихлорбифенилы. – источники, механизм токсического действия.
56. Тяжелые металлы – основные неорганические экотоксиканты. Механизмы токсического действия.
57. Ртуть и свинец как загрязнители окружающей среды
58. Кадмий и мышьяк: распространение, источники, действие на живые организмы
59. Железо и медь: действие на организм человека и экологическое значение
60. Цинк и хром: распространение, источники, действие на живые организмы
61. Селен и фтор: действие на организм человека и экологическое значение
62. Олово, висмут и сурьма как загрязнители окружающей среды
63. Никель, ванадий и алюминий: распространение, источники, действие на живые организмы
64. Нормирование в токсикологии: основные понятия, определения и структура системы нормирования.
65. Основные конвенции, связанные с токсичными веществами.
66. Задачи и виды экотоксикологического мониторинга.

### **Примерный перечень практических заданий**

1. Решение расчетных задач по теме: «Поступление поллютантов в среду. Расчет степени загрязнения окружающей среды».
2. Построение зависимости «Доза-эффект». Расчет среднелетальной концентрации графическим методом.
3. Оценка токсичности вещества по Спирмену-Креберу.
4. Пробит-анализ. Оценка средней летальной концентрации методом В.Б.Прозоровского
5. Изучение комбинированного действия ядов.
6. Полный факторный эксперимент.

Пример практического задания.

Оценка токсичности вещества по Спирмену — Креберу

1. Изучить теоретическую часть задания.
2. Выполнить расчеты.

На группе, состоящей из десяти лабораторных мышей, испытывали действие токсичного вещества. Дозы яда рассчитывали в мг/кг массы тела подопытных

животных, эффект учитывали по летальным исходам. Результаты опыта приведены в таблице. Рассчитайте генеральную среднюю дозу эффекта LD<sub>50</sub> способом Спирмена—Кербера. Достоинство этого способа заключается в том, что он позволяет не только рассчитать среднюю дозу эффекта M, но и построить доверительный интервал для генеральной средней μ. Среднюю дозу эффекта определяют по формуле:

$$M = m - d (P_1 - 0.5), \quad (1)$$

где m — минимальная доза, вызывающая эффект у 100% подопытных индивидов; d — разница между дозами; P<sub>1</sub> — суммарная доля реагирующих на дозы индивидов.

Среднее квадратическое отклонение вычисляют по следующей формуле:

$$S_m = d \sqrt{2P_2 - P_1^2 - P_1 - 1/12} \quad \dots \quad (2)$$

Здесь P<sub>2</sub> — сумма ряда накопленных долей реагирующих на дозы индивидов.

Таблица 1. Результаты опытов, используемые при расчетах

| Доза, мг/кг                        | 110 | 120 | 130 | 140 | 150 | 160 | 170 | 180 | Сумма |
|------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|
| Число погибших животных            | 0   | 1   | 3   | 4   | 6   | 7   | 9   | 10  | -     |
| Доля погибших животных             | 0   | 0,1 | 0,3 | 0,4 | 0,6 | 0,7 | 0,9 | 1,0 | 4,0   |
| Накопленная доля погибших животных | 0   | 0,1 | 0,4 | 0,8 | 1,4 | 2,1 | 3,0 | 4,0 | 11,8  |

3. Ответить на вопросы:

1. Почему биологическую активность веществ определяют при действии на группу особей?
2. Какие требования предъявляются к группе животных для испытаний токсичности вещества?
3. Как учитывают эффект испытуемого вещества?
4. Как графически выражается зависимость между дозой и эффектом действия вещества?
5. Какие существуют способы определения средней дозы эффекта?
6. В чем преимущества способа Спирмена—Кербера?

Критерии оценивания практического задания:

1. умение выбрать правильный подход к выполнению задания;
2. умение пользоваться терминологией, формулировками, положениями и примерами, рассмотренными на лекционных и семинарских занятиях;
3. полнота использования рекомендаций;
4. верная интерпретация результатов выполненных этапов работы;
5. умение сделать вывод и заключение по итогам работы.

Шкала оценивания: зачет – соответствие выполнения задания четырем критериям, недочеты исправлены по замечанию преподавателя; незачет – несоответствие двум и более критериям.

#### Примерный перечень задач

1. Расчет поступления нитратов в организм человека с овощами.
2. Расчет количества микроэлементов, вносимых в почву вместе с удобрениями.

3. Расчет величины максимальной концентрации вредного вещества у земной поверхности, прилегающей к предприятию, при выбросе из трубы нагретой газозвоздушной смеси
4. Определение расстояния от источника выброса, на котором достигается величина максимальной приземной концентрации вредных веществ (по оси факела).
5. Определение фактической концентрации вредного вещества у поверхности земли с учетом фонового загрязнения воздуха.
6. Определение опасной скорости ветра и расчет значения приземных концентраций вредных веществ в атмосфере по оси факела выброса на расстояниях 50 м и 500 м от источника выброса.
7. Расчет предельно допустимый выброс вредного вещества.
8. В сертифицированной лаборатории, определяющей качество продуктов питания, получены следующие данные по содержанию тяжелых металлов в пересчете на 100 г навески. Охарактеризуйте наличие ТМ с точки зрения допустимости употребления продуктов человеком, используя сведения о ПДК.
9. При сжигании угля на ТЭЦ и на мусоросжигательном заводе с золой происходит значительный выброс ТМ (табл.). Используя исходные данные, оцените суммарную эмиссию токсикантов по трем классам опасности (табл.) за расчетный период.

**Пример задачи.** В городах с 1 литром дождевой воды может поступать до 40 мкг свинца. Посчитайте, на какой площади почвы распределится данное количество свинца в течение суток, если за это время выпало 20 мм осадков. Какое количество свинца будет содержать 1 см<sup>3</sup> почвы при условии равномерного распределения загрязнителей на глубину 10 см от поверхности?

#### Перечень дискуссионных тем для проблемно-ориентированного семинара и для подготовки рефератов

1. Загрязнение среды в результате военных конфликтов.
2. Воздушный транспорт как источник загрязнения среды.
3. Сельское хозяйство как источник загрязнения окружающей среды.
4. Наземный транспорт как источник загрязнения окружающей среды.
5. Metallургическая промышленность как источник загрязнения окружающей среды.
6. Интродукция животных и растений как источник биологического загрязнения.
7. Радиационное загрязнение окружающей среды – современное состояние проблемы.
8. Электромагнитное загрязнение окружающей среды – современное состояние проблемы.
9. Мусор как загрязнитель окружающей среды.
10. Нефтедобывающая промышленность как источник загрязнения окружающей среды.
11. Производство энергии как источник загрязнения окружающей среды.
12. Бытовые стоки как источник загрязнения окружающей среды.
13. Химическая промышленность как источник загрязнения окружающей среды.
14. Целлюлозно-бумажное производство как источник загрязнения окружающей среды.
15. Источники загрязнения Мирового океана.
16. Источники загрязнений атмосферы.
17. Пестициды. Классификация, применение, типы токсического действия.
18. Диоксины и диоксиноподобные соединения как глобальные суперэкоксиканты. Особенности токсического действия.
19. Полициклические ароматические углеводороды: источники, характеристика и токсические свойства.
20. Полихлорбифенилы. – источники, механизм токсического действия.
21. Тяжелые металлы – основные неорганические экотоксиканты. Механизмы токсического действия.
22. Ртуть как загрязнитель окружающей среды.
23. Свинец как загрязнитель окружающей среды.
24. Кадмий: распространение, источники, действие на живые организмы.
25. Мышьяк: источники, распространение, действие на живые организмы.

26. Железо:распространение, источники, роль в живых организмах.
27. Медь:распространение, источники, экологическая роль.
28. Цинк: распространение, источники, экологическая роль.
29. Хром: распространение, источники, действие на живые организмы.
30. Олово как загрязнитель окружающей среды. Особенности токсического действия.
31. Ванадий: распространение, источники, экологическая роль.
32. Никель: распространение, применение, источники, действие на живые организмы.
33. Экотоксикология Балтийского региона. Химические загрязнения Балтийского моря. Популяция тюленей в Балтике. Воздействие на популяции птиц. Рыбы в озерах, загрязненных тяжелыми металлами.
34. Воздействие на экосистемы. Цепь изменений, вызванных в экосистемах токсикантами. Колебания численности видов, входящих в экосистему.
35. Токсикология сообществ. Динамика сообществ в условиях химического и радиоактивного загрязнения.
36. Экотоксикология Балтийского региона. Пример экосистемы в зоне закисления. Эффекты в окрестностях металлургических заводов.
37. Пути и методы решения проблем, связанных с загрязнением окружающей среды токсическими веществами, в регионе Балтийского моря. Запрещение использования ртути и ДДТ. Проблема ПХБ. Свинец: причины и последствия загрязнения.
38. Экологическое нормирование.
39. Основные принципы экологизации производства.

Критерии оценивания: 1) учитывается качество содержания работы (достижение сформулированной цели и решение задач исследования, полнота раскрытия темы, системность подхода, отражение знаний литературы и различных точек зрения по теме, нормативно-правовых актов, аргументированное обоснование выводов и предложений); 2) соблюдение срока выполнения; 3) соответствие содержания выбранной теме; 3) логика, грамотность и стиль изложения; 4) качество оформления работы; наличие и правильность оформления иллюстраций; 5) соблюдение заданного объема работы; 6) достаточность и новизна изученной литературы; 7) правильность цитирования; правильность оформления списка использованной литературы; 8) качество ответов на вопросы при публичной защите работы.

Шкала оценивания: отлично – соответствие выполнения задания всем критериям, недочеты исправлены по замечанию преподавателя; хорошо - несоответствие одному-двум критериям; удовлетворительно - несоответствие трем-четырем критериям.

Темы рефератов распределяются на первом занятии, готовые рефераты сдаются в соответствующие сроки, в порядке, установленном темой реферата. Реферат после проверки преподавателем оформляется в виде презентации и обсуждается на занятии в течение 10-15 минут. Помимо индивидуальных оценок, используются оппонирование студентами рефератов друг друга и рецензирование ответов.

Критерии оценки участия в семинаре:

оценка «зачтено» выставляется студенту, если он активно участвует в дискуссии, демонстрируя полное знание учебного материала. Его выступления содержательны, обоснованы, аргументированы. Ошибки устранены после замечаний преподавателя.

оценка «не зачтено» выставляется студенту, если он уклоняется от участия в дискуссии, демонстрирует несистематические, отрывочные знания, имеет затруднения в формулировании основных определений. В сообщениях допускает грубые, принципиальные ошибки, не устраняет их после наводящих вопросов.

## 20.2. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

Контрольно-измерительный материал включает два теоретических вопроса и одну задачу.

Примерный список вопросов для экзамена

1. Токсикология как наука: возникновение, предмет, объект, методы основные понятия и задачи.
2. Актуальные направления современной токсикологии.
3. Классификация токсических факторов.
4. Концепция безопасного уровня и основание предельно допустимых концентраций.
5. Токсикометрия. Принципы и способы оценки токсичности вещества.
6. Зависимость доза-эффект. Эффективные дозы и эффективные концентрации.
7. Особенности повторного воздействия вредных веществ. Кумуляция, адаптация, сенсбилизация.
8. Комбинированное, комплексное и сочетанное действие вредных веществ.
9. Моделирование токсического эффекта воздействия на популяцию и сообщество.
10. Расчет предельных нагрузок.
11. Основные источники загрязнения и их связь с различными видами антропогенной деятельности.
12. Формирование ксенобиотического профиля.
13. Пути миграции загрязнителей.
14. Абиотическая трансформация ксенобиотиков (автоокисление; цепные реакции под влиянием активных радикалов; значение синглетного кислорода и озона; реакции озонолиза; восстановительные и фотохимические процессы).
15. Влияние строения и физико-химических свойств вещества на устойчивость в среде.
16. Персистирование.
17. Процессы элиминации, не связанные с разрушением.
18. Биоконцентрирование и биоаккумуляция.
19. Пути поступления токсикантов в организм.
20. Способы проникновения веществ через биологические мембраны
21. Распределение и депонирование (накопление) токсикантов в организме
22. Выделение токсикантов из организма.
23. Фазы биотрансформации ксенобиотиков в живых организмах.
24. 1-я фаза биотрансформация ксенобиотиков: несинтетические реакции
25. 2-я фаза биотрансформация ксенобиотиков: синтетические реакции
26. Системы детоксикации чужеродных соединений в организме человека.
27. Множественные формы цитохрома P450.
28. Влияние различных факторов на биотрансформацию. Индукция систем обезвреживания ксенобиотиков.
29. Ингибирование систем обезвреживания ксенобиотиков.
30. Результаты биотрансформации ксенобиотиков.
31. Микробные сообщества, осуществляющие биотрансформацию ксенобиотиков
32. Токсикодинамика. Общие понятия. Первичный и вторичный токсические эффекты.
33. Основные закономерности воздействия токсикантов на живые системы на клеточном и организменном уровнях.
34. Свойства молекул токсиканта, определяющие степень токсичности вещества: размеры и геометрия молекул
35. Влияние физико-химические свойства вещества на степень его токсичности.
36. Возможные механизмы взаимодействия токсикантов с рецепторами на клеточном уровне: действие на элементы межклеточного пространства.
37. Взаимодействие токсикантов с белками, ферментами.
38. Взаимодействие токсикантов с нуклеиновыми кислотами.
39. Взаимодействие токсикантов с липидами.
40. Специальные виды токсического действия – иммуносупрессия, мутагенез, канцерогенез, тератотоксичность.
41. Избирательная токсичность: раздражающее действие, дерматотоксичность.
42. Пульмонотоксичность.
43. Гемотоксичность.
44. Нейротоксичность.
45. Гепатотоксичность.
46. Нефротоксичность.

47. Острая и хроническая экотоксичность.
48. Воздействие токсикантов на популяционную структуру и динамику популяций растений и животных.
49. Показатели оценки популяционного стресса. Возможности адаптации популяций к техногенному загрязнению.
50. Механизмы экотоксичности: примеры экотоксикологических катастроф.
51. Понятие о стойких органических загрязнителях.
52. Пестициды. Классификация, применение, типы токсического действия.
53. Диоксины и диоксиноподобные соединения как глобальные суперэкоотоксиканты
54. Полициклические ароматические углеводороды, характеристика и токсические свойства.
55. Полихлорбифенилы. – источники, механизм токсического действия.
56. Тяжелые металлы – основные неорганические экоотоксиканты. Механизмы токсического действия.
57. Ртуть и свинец как загрязнители окружающей среды
58. Кадмий и мышьяк: распространение, источники, действие на живые организмы
59. Железо и медь: действие на организм человека и экологическое значение
60. Цинк и хром: распространение, источники, действие на живые организмы
61. Селен и фтор: действие на организм человека и экологическое значение
62. Олово, висмут и сурьма как загрязнители окружающей среды
63. Никель, ванадий и алюминий: распространение, источники, действие на живые организмы
64. Нормирование в токсикологии: основные понятия, определения и структура системы нормирования.
65. Основные конвенции, связанные с токсичными веществами.

## 19.2 Описание критериев и шкалы оценивания компетенций (результатов обучения) при промежуточной аттестации

Для оценивания результатов обучения на экзамене используются следующие показатели:

1) знания основных теоретических положений токсикологии, путей и механизмов поступления, распределения, трансформации, выведения токсических веществ из организмов, механизмов токсического действия основных загрязняющих веществ; знание основных токсиметрических показателей, методов токсикологического мониторинга, принципов природоохранных биотехнологий.

2) умение связывать теорию с практикой, оценивать и прогнозировать токсичность химического вещества;

3) умение иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований.

4) владение понятийным аппаратом токсикологии, точное употребление терминов.

Для оценивания результатов обучения на зачете с оценкой используется 4-балльная шкала: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Соотношение показателей, критериев и шкалы оценивания результатов обучения

| Критерии оценивания компетенций                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Уровень сформированности компетенций | Шкала оценок   |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|----------------|
| Полное соответствие ответа обучающегося всем перечисленным критериям. Продемонстрировано знания основных теоретических положений токсикологии, путей и механизмов поступления, распределения, трансформации, выведения токсических веществ из организмов, механизмов токсического действия основных загрязняющих веществ; | <i>Повышенный уровень</i>            | <i>Отлично</i> |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                          |                            |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|----------------------------|
| знание основных основных токсикометрических показателей, методов токсикологического мониторинга, принципов природоохранных биотехнологий; умение связывать теорию с практикой, оценивать и прогнозировать токсичность химического вещества; умение иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований; владение понятийным аппаратом токсикологии, точное употребление терминов.                                      |                          |                            |
| Ответ обучающегося не соответствует одному из перечисленных критериев. Обучающийся владеет теоретическими основами и понятийным аппаратом данной области науки, способен связывать теорию с практикой, однако допускает небольшие пробелы и ошибки, исправляемые при дополнительных вопросах преподавателя. Ответ недостаточно иллюстрирован примерами, фактами, данными научных исследований; недостаточно точно употребляются термины. | <i>Базовый уровень</i>   | <i>Хорошо</i>              |
| Ответ обучающегося не соответствует двум из перечисленных критериев. Обучающийся частично владеет теоретическими основами токсикологии, дает неполные ответы на дополнительные вопросы, демонстрирует способности связывать теорию с практикой, однако ответ недостаточно иллюстрирован примерами, фактами, данными научных исследований; неточно употребляются термины.                                                                 | <i>Пороговый уровень</i> | <i>Удовлетворительно</i>   |
| Ответ на контрольно-измерительный материал не соответствует трем-четырем из перечисленных показателей. Обучающийся демонстрирует отрывочные, фрагментарные знания, допускает грубые ошибки, не исправляемые после дополнительных вопросов преподавателя.                                                                                                                                                                                 | –                        | <i>Неудовлетворительно</i> |

Оценка сформированности компетенций на экзамене для тех обучающихся, которые пропускали занятия и не участвовали в проверке компетенций во время изучения дисциплины, проводится после индивидуального собеседования с преподавателем по пропущенным или не усвоенным обучающимся темам с последующей оценкой самостоятельно усвоенных знаний на зачете в порядке, установленном деканатом.